



ZFV

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: Takeshi AKATSU et al.

Confirmation No.: 2653

Application No.: 10/663,917

Group Art Unit: 2822

Filing Date: September 17, 2003

Examiner: Pamela E. Perkins

For: WAFER WITH A RELAXED USEFUL LAYER  
AND METHOD OF FORMING THE WAFER

Attorney Docket No.: 4717-8900

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

**Mail Stop Issue Fee**

Commissioner for Patents

P.O. Box 1450

Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Applicants have claimed priority under 35 U.S.C. § 119 of French Application No. 02 11543 filed September 18, 2002. In support of this claim, a certified copy of said application is submitted herewith.

No fee or certification is believed to be due for this submission. Should any fees be required, however, please charge such fees to Winston & Strawn LLP Deposit Account No. 50-1814.

Respectfully submitted,

Date

12/13/05

*Allan A. Fanucci*

Allan A. Fanucci, Reg. No. 30,256

**WINSTON & STRAWN LLP**

**Customer No. 28765**

212-294-3311

**BLANK PAGE**



**CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT**

# BREVET D'INVENTION

**CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION**

## **COPIE OFFICIELLE**

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le **07 DEC. 2005**

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

**Martine PLANCHE**

**INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE**

**SIEGE**  
26 bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
[www.inpi.fr](http://www.inpi.fr)

**BLANK PAGE**

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE**  
**page 1/2**

**BR1**

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

CB 9-10 W / 310321

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE <b>18 SEPT 2002</b> LIEU <b>75 INPI PARIS</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0211543</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI <b>18 SEP. 2002</b>		<b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</b> Cabinet REGIMBEAU 20, rue de Chazelles 75847 PARIS CEDEX 17 FRANCE	
<b>Vos références pour ce dossier (facultatif)</b> 239996 D20539 OC			
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b>		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b> Demande de brevet Demande de certificat d'utilité Demande divisionnaire <i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i> Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> N° _____ Date _____ N° _____ Date _____ N° _____ Date _____	
<b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b> FORMATION D'UNE COUCHE UTILE RELAXEE A PARTIR D'UNE PLAQUETTE SANS COUCHE TAMPON			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)</b> Nom ou dénomination sociale Prénoms Forme juridique N° SIREN Code APE-NAF Domicile ou siège Nationalité N° de téléphone (facultatif) Adresse électronique (facultatif)		<input checked="" type="checkbox"/> <b>Personne morale</b> <input type="checkbox"/> <b>Personne physique</b> S.O.I.TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES SOCIETE ANONYME 384711009 Parc Technologique des Fontaines - Chemin des Franques, 38190 BERNIN FRANCE Française N° de télécopie (facultatif) _____ <input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	

Remplir impérativement la 2<sup>ème</sup> page

**BEST AVAILABLE COPY**

REMISE DES PIÈCES DATE LIEU <b>18 SEPT 2002</b> <b>75 INPI PARIS</b> N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI <b>0211543</b>		Réservé à l'INPI	CR 549 W / 01C201
<b>Vos références pour ce dossier :</b> <i>(facultatif)</i> <b>239996 OC</b>			
<b>6 MANDATAIRE (s) (à l'usage)</b> Nom Prénom Cabinet ou Société  N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel  Adresse Rue Code postal et ville Pays N° de téléphone <i>(facultatif)</i> N° de télécopie <i>(facultatif)</i> Adresse électronique <i>(facultatif)</i>		Cabinet REGIMBEAU  20, rue de Chazelles  75847 PARIS CEDEX 17 01 44 29 35 00 01 44 29 35 99 info@regimbeau.fr	
<b>7 INVENTEUR (S)</b> Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)	
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b> Établissement immédiat ou établissement différé		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation) <input checked="" type="checkbox"/> Établissement immédiat <input type="checkbox"/> Établissement différé	
Paiement échelonné de la redevance <i>(en deux versements)</i>		Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) AG <input type="text"/>	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)  94602 <i>J. Gallon de Lh</i>		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI  M ROCHET	

La présente invention concerne la formation d'une couche utile à partir d'une plaquette, la plaquette comprenant un substrat et une couche contrainte choisis respectivement parmi les matériaux cristallins pour une application en microélectronique, en optique ou en optoélectronique.

5 On dit ici qu'une couche est « relaxée » si le matériau cristallin qui la constitue a un paramètre de maille sensiblement identique à son paramètre de maille nominal, c'est à dire au paramètre de maille du matériau sous sa forme massive à l'équilibre.

10 A l'inverse, on appelle couche « contrainte » toute couche d'un matériau cristallin dont la structure cristalline est contrainte élastiquement en tension ou en compression lors d'une croissance cristalline, telle qu'une épitaxie, obligeant son paramètre de maille à être sensiblement différent du paramètre de maille nominal de ce matériau.

15 Il est parfois utile ou avantageux de former dans une même plaquette une couche d'un premier matériau cristallin sur un substrat d'un deuxième matériau cristallin ayant respectivement des paramètres de maille nominaux différents, tout en gardant sa structure cristalline au moins en partie relaxée et/ou sans trop de défauts cristallographiques.

20 A cet effet, il est connu d'intercaler une couche tampon entre le substrat et la couche formée.

Dans cette configuration, une « couche tampon » s'entend comme une couche de transition adaptant le paramètre de maille de la couche formée avec celui du substrat.

25 A cet effet, une telle couche tampon peut avoir une composition variant graduellement en épaisseur, la variation graduelle de composants de la couche tampon étant alors directement associée à une variation graduelle de son paramètre de maille entre les paramètres de maille respectifs du substrat et de la couche formée.

Elle peut aussi avoir une forme plus complexe telle qu'une variation de composition à taux variable, une inversion de signe du taux ou des sauts discontinus de composition.

L'élaboration d'une telle composition variable dure dans le temps et est  
5 souvent complexe à mettre en œuvre.

D'autre part, pour minimiser sa densité de défauts cristallographiques, l'épaisseur d'une couche tampon est habituellement importante, typiquement comprise entre un à plusieurs micromètres.

La réalisation d'une telle couche tampon induit donc une mise en œuvre  
10 souvent longue, difficile et coûteuse.

Une autre technique de relaxation de contraintes élastiques dans une couche formée donnant un résultat voisin avec sensiblement moins d'exigence de mise en œuvre est donnée par B. Höllander et coll., notamment dans le document intitulé « Strain relaxation of pseudomorphic  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  / Si(100) heterostructures after hydrogen or helium ion implantation for virtual substrate fabrication » (dans Nuclear and Instruments and Methods in Physics Research B 175-177 (2001) 357 – 367).  
15

Le procédé décrit concerne une relaxation d'une couche en SiGe contrainte en compression, cette couche étant formée sur un substrat en Si.

20 La technique employée comprend une implantation d'ions hydrogène ou d'hélium à travers la surface de la couche contrainte dans le substrat en Si à une profondeur déterminée.

Une perturbation cristalline créée par l'implantation des ions et située dans une épaisseur du substrat en Si située entre la zone d'implantation et la  
25 couche de SiGe, provoque sous traitement thermique une certaine relaxation de la couche de SiGe.

Cette technique permet donc, par une simple implantation atomique ou moléculaire dans le substrat, de réaliser une couche formée relaxée ou pseudo-relaxée sans couche tampon intermédiaire.



Cette technique semble donc moins longue, plus facile à mettre en œuvre et moins coûteuse que celle incluant la formation d'une couche tampon.

Un intérêt à mettre en œuvre une telle technique serait d'intégrer ultérieurement cette couche relaxée ou pseudo-relaxée dans une structure pour la fabrication de composants, notamment pour l'électronique ou l'opto-électronique.

L'objectif de la présente invention est de réussir cette intégration de couche en proposant un selon un premier aspect un procédé de formation d'une couche utile à partir d'une plaquette, la plaquette comprenant un substrat support et une couche contrainte choisis respectivement parmi les matériaux cristallins pour une application en microélectronique, en optique ou en optoélectronique, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- (a) formation dans le substrat support d'une zone de perturbation à une profondeur déterminée susceptible de former des perturbations structurelles ;
- (b) apport d'énergie pour provoquer une relaxation au moins relative des contraintes élastiques dans la couche contrainte ;
- (a) enlèvement d'une partie de la plaquette du côté opposé à la couche contrainte relaxée, la couche utile étant la partie restante de la plaquette.

D'autres aspects préférés du procédé de recyclage selon l'invention sont ceux donnés par les revendications 2 à 34.

Selon un deuxième aspect, l'invention propose une application d'un procédé de prélèvement dans la revendication 35.

Selon un troisième aspect, l'invention propose des plaquettes donneuses de couche mince par prélèvement et une structure, données dans les revendications 36 à 39.

D'autres aspects, buts et avantages, de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée en référence à la figure suivante :

Cette technique semble donc moins longue, plus facile à mettre en œuvre et moins coûteuse que celle incluant la formation d'une couche tampon.

Un intérêt d'une telle technique serait d'intégrer ultérieurement cette couche relaxée ou pseudo-relaxée dans une structure pour la fabrication de composants, notamment pour l'électronique ou l'opto-électronique.

L'objectif de la présente invention est de réussir cette intégration de couche en proposant selon un premier aspect un procédé de formation d'une couche utile à partir d'une plaquette, la plaquette comprenant un substrat support et une couche contrainte choisis respectivement parmi les matériaux cristallins pour une application en microélectronique, en optique ou en optoélectronique, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- (a) formation dans le substrat support d'une zone de perturbation à une profondeur déterminée susceptible de former des perturbations structurelles ;
- (b) apport d'énergie pour provoquer une relaxation au moins relative des contraintes élastiques dans la couche contrainte ;
- (c) enlèvement d'une partie de la plaquette du côté opposé à la couche contrainte relaxée, la couche utile étant la partie restante de la plaquette.

Selon un premier aspect préféré du procédé de recyclage selon l'invention, la zone de perturbation est formée par implantation d'espèces atomiques.

Selon un deuxième aspect, l'invention propose une application dudit procédé de formation d'une couche utile, à la réalisation d'une structure semiconducteur sur isolant, l'épaisseur de semiconducteur de la structure comprenant la couche utile formée.

Selon un troisième aspect, l'invention propose des plaquettes donneuses de couche mince par prélèvement et une structure réalisée.

D'autres aspects, buts et avantages, de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée en référence aux figures suivantes :

La figure 1 représente les différentes étapes d'un procédé selon l'invention.

La figure 2 représente une plaquette selon l'invention à partir de laquelle sera prélevée une couche utile.

5 La figure 3 représente une autre plaquette selon l'invention à partir de laquelle sera prélevée une couche utile.

La présente invention fait intervenir :

- une plaquette source dans laquelle sera formée une couche utile et comprenant :
  - 10 – un substrat support ; et
  - une couche contrainte sur le substrat support ;
- un substrat récepteur formant support à la formation de la couche utile.

15 On appellera ici et de manière générale « couche utile » la partie de la plaquette source étant formée sur le substrat récepteur.

Un objectif principal de la présente invention consiste à former une couche utile relaxée ou pseudo-relaxée sur le substrat récepteur à partir de la plaquette source, la couche utile étant comprise au moins en partie dans la couche contrainte de la plaquette source.

20 La couche contrainte avait auparavant été relaxée ou pseudo-relaxée sans couche tampon.

En référence à la figure 1a, est représentée une plaquette source 10 conforme à l'invention.

25 La plaquette 10 est constituée d'un substrat support 1 et d'une couche contrainte 2.

Dans une première configuration du substrat support 1, ce dernier est un pseudo-susbtrat comprenant une couche supérieure en un matériau cristallin (non représentée sur la figure 1), tel un matériau semiconducteur, présentant

une interface avec la couche contrainte 2 et ayant un premier paramètre de maille au niveau de son interface avec la couche contrainte 2.

Le premier paramètre de maille de la couche supérieure est avantageusement le paramètre de maille nominal du matériau la constituant,  
5 afin que celui-ci soit dans un état relaxé.

La couche supérieure a en outre une épaisseur suffisamment importante pour pouvoir imposer son paramètre de maille à la couche contrainte 2 sus-jacente, sans que cette dernière n'influence sensiblement la structure cristalline de la couche supérieure du substrat support 1.

10 Dans une deuxième configuration du substrat support 1, ce dernier est constitué du seul matériau cristallin ayant le premier paramètre de maille.

Quelle que soit la configuration choisie pour le substrat support 1, ce dernier a avantageusement une structure cristalline avec une densité de défauts structuraux, telles que des dislocations, faibles.

15 Dans une autre configuration avantageuse, le substrat support 1 est monocristallin.

Dans une première configuration de la couche contrainte 2, cette dernière n'est constituée que d'une seule épaisseur d'un matériau cristallin tel un matériau semiconducteur.

20 Le matériau choisi pour constituer cette couche contrainte 2 a un deuxième paramètre de maille nominal qui est sensiblement différent du premier paramètre de maille.

La couche contrainte 2 formée est alors contrainte élastiquement en compression ou en tension par le substrat support 1, c'est à dire qu'elle est  
25 contrainte d'avoir un paramètre de maille sensiblement différent du paramètre de maille nominal du matériau la constituant, et donc d'avoir un paramètre de maille voisin du premier paramètre de maille.

De façon avantageuse, le matériau choisi pour constituer cette couche contrainte 2 a un deuxième paramètre de maille nominal qui est sensiblement

supérieur au premier paramètre de maille, et est alors contrainte en compression.

La couche contrainte 2 a en outre avantageusement une composition d'éléments atomiques sensiblement constante.

5 Dans une deuxième configuration de la couche contrainte 2, cette dernière est constituée de plusieurs épaisseurs de matériaux, chaque épaisseur étant constituée d'un matériau cristallin tel un matériau semiconducteur.

Chaque épaisseur de matériau de la couche contrainte 2 a en outre avantageusement une composition d'éléments atomiques sensiblement  
10 constante.

L'épaisseur de matériau de la couche contrainte 2 directement adjacente à l'interface avec le substrat support 1 a alors sensiblement les mêmes propriétés que celles d'une couche contrainte 2 selon la première configuration.

15 Dans tous les cas, la couche contrainte 2 a une structure générale en matériau contraint, mais peut aussi contenir une ou plusieurs épaisseurs en matériau relaxé qui ont une épaisseur cumulée très inférieure à celle de la couche contrainte 2, afin que cette dernière conserve un état globalement contraint.

20 L'intérêt d'avoir une épaisseur mince de matériau relaxé dans la couche contrainte 2 peut être au moins un des suivants :

- constituer au moins une partie de la couche active à former sur le substrat récepteur afin d'atteindre certaines propriétés de matériau ;
- constituer une couche d'arrêt à un enlèvement de matière sélectif mis  
25 en œuvre par des moyens d'enlèvement de matière sélectif, telle une gravure chimique sélective mise en œuvre par une solution de gravure, afin notamment de préserver une couche adjacente de l'enlèvement de matière ;

-- avoir un pouvoir d'enlèvement de matière mis en œuvre par des moyens d'enlèvement de matière sélectif, telle une gravure sélective, sensiblement plus important qu'une couche adjacente, cette dernière représentant alors une couche d'arrêt à l'enlèvement de matière sélectif, étant ainsi protéger de l'enlèvement de matière.

Une épaisseur de matériau relaxé pourra aussi combiner plusieurs de ces fonctions, et avoir d'autres fonctions.

Quelle que soit la configuration choisie pour la couche contrainte 2, celle-ci est avantageusement formée sur le substrat support 1 par croissance cristalline, telle qu'une épitaxie en utilisant les techniques connues comme par exemple les techniques CVD et MBE (abréviations respectives de « Chemical Vapor Deposition » et « Molecular Beam Epitaxy »).

Pour obtenir une telle couche contrainte 2 sans trop de défauts cristallographiques, comme par exemple des défauts ponctuels ou des défauts étendus telles que des dislocations, il est avantageux de choisir les matériaux cristallins constituant le substrat support 1 et la couche contrainte 2 (au voisinage de son interface avec le substrat support 1) de sorte qu'ils présentent une différence entre leur premier et leur deuxième paramètres de maille nominaux respectifs suffisamment faible.

Par exemple, cette différence de paramètre de maille est typiquement comprise entre environ 0,5 % et environ 1,5 %, mais peut aussi présenter des valeurs plus importantes.

Par exemple, dans les matériaux IV – IV, le Ge a un paramètre de maille nominal supérieur d'environ 4,2 % à celui du Si, et donc le SiGe à 30% de Ge a un paramètre de maille nominal supérieur d'environ 1,15 % à celui du Si.

D'autre part, il est préférable que la couche contrainte 2 ait une épaisseur sensiblement constante, afin qu'elle présente des propriétés intrinsèques sensiblement constantes et/ou pour faciliter le futur collage avec le substrat récepteur 5 (tel que représenté sur la figure 1c).

Pour éviter une relaxation de la couche contrainte 2 ou une apparition de contraintes internes de type plastique, l'épaisseur de cette dernière doit en outre rester inférieure à une épaisseur critique de contrainte élastique.

5 Cette épaisseur critique de contrainte élastique dépend principalement du matériau choisi pour la couche contrainte 2 et de ladite différence de paramètre de maille avec le substrat support 1.

L'homme du métier se référera à l'état de la technique pour connaître la valeur de l'épaisseur critique de contrainte élastique du matériau qu'il utilise pour la couche contrainte 2 formée sur le matériau utilisé pour le substrat  
10 support 1.

Une fois formée, la couche contrainte 2 a donc un paramètre de maille sensiblement voisin de celui de son substrat de croissance 1 et présente alors des contraintes élastiques internes en compression ou en tension.

En référence à la figure 1b, et une fois la plaquette 10 comprenant la  
15 couche contrainte 2 réalisée, on forme dans le substrat support 1 une zone de perturbation 3 à une profondeur déterminée, la zone de perturbation 3 et la couche contrainte 2 délimitant sensiblement une couche de transition 4.

Une zone de perturbation 3 se définit comme une zone présentant des contraintes internes susceptibles de former des perturbations structurelles dans  
20 les parties environnantes.

Cette zone de perturbation 3 est avantageusement formée sur sensiblement toute la surface du substrat support 1.

Cette zone de perturbation 3 est avantageusement et globalement formée parallèlement à la surface du substrat support 1.

25 Un procédé de formation d'une telle zone de fragilisation 3 comprend une implantation d'espèces atomiques dans le substrat support 1 à ladite profondeur déterminée, avec une énergie d'implantation et un dosage des espèces atomiques déterminés.

Dans un mode de mise en œuvre particulier de l'implantation, les  
30 espèces atomiques implantées comprennent de l'hydrogène et/ou de l'hélium.



Une telle zone de perturbation 3 formée par implantation comprend alors des contraintes internes, voire des défauts cristallographiques, exercées par les espèces atomiques implantées sur le réseau cristallin adjacent à la zone de perturbation 3.

5 Ces contraintes internes sont alors susceptibles de créer des perturbations cristallographiques dans la partie de la plaquette 10 sus-jacente.

Notamment à cet effet, on met en œuvre avantageusement un traitement adapté et convenablement paramétré pour :

- 10       ◦ aider à l'apparition des perturbations dans la couche de transition 4;
- faire se déplacer ces perturbations dans la couche de transition 4 de la zone de fragilisation 3 vers l'interface avec la couche contrainte 2 ; et
- provoquer une relaxation au moins relative de la couche contrainte 2 suite à l'apparition et au déplacement des perturbations.

15 L'objectif principal d'un tel traitement est donc de provoquer une relaxation au moins relative des contraintes dans la couche contrainte 2 afin de former une couche contrainte relaxée 2'.

Un traitement thermique est ainsi avantageusement mis en œuvre afin de, s'il est convenablement paramétré, créer un apport énergétique suffisant  
20 pour provoquer ces modifications structurales.

Ce dernier traitement thermique doit en particulier être réalisé à une ou des températures sensiblement inférieures à une température critique au-delà de laquelle un nombre significatif d'espèces atomiques implantées seraient dégazées.

25 A partir des contraintes internes dans la zone de fragilisation 3 on crée ainsi des perturbations cristallographiques locales.

Principalement pour des raisons de minimisation d'énergie élastique au niveau de la couche contrainte 2, ces perturbations apparaissent dans la couche de transition 4 pour se déplacer vers l'interface entre la couche de



transition 4 et la couche contrainte 2, selon des parcours définis par des plans cristallographiques particuliers.

Arrivées à l'interface entre la couche de transition 4 et la couche contrainte 2, ces perturbations provoquent alors une relaxation au moins relative de contraintes élastiques dans la couche contrainte 2, ces contraintes relaxées étant principalement des contraintes de désaccord de maille entre les paramètres de maille nominaux respectifs du matériau de la couche contrainte 2 et de celui du substrat support 1.

Ces relaxations de contraintes élastiques dans la couche contrainte 2 sont la plupart du temps accompagnées par l'apparition de perturbations cristallines en périphérie de la couche contrainte 2, et qui peuvent se présenter par exemple sous la forme de dislocations à contraintes d'écart paramétrique au niveau de l'interface et de marches atomiques au niveau de la surface libre.

Cependant, la relaxation de la couche contrainte 2 peut aussi s'accompagner d'apparition de défauts cristallins de type inélastique dans l'épaisseur de celle-ci, telles que des dislocations traversantes.

Des traitements adaptés peuvent alors être mis en œuvre pour diminuer le nombre de ces défauts.

On peut par exemple mettre en œuvre un traitement adapté qui permette d'augmenter la densité de dislocations jusqu'à être comprise entre deux valeurs limites, les deux valeurs limites définissant un intervalle de densité de dislocations dans lequel au moins une partie des dislocations s'annihile.

A cet effet, on pourra mettre en œuvre un traitement thermique adapté au matériau utilisé tel que celui mis en œuvre avantageusement lors de la formation des perturbations dans la couche de transition 4 discuté plus haut.

Dans tous les cas, on obtient au final une couche relaxée ou pseudo-relaxée 2' dont le paramètre de maille nominal est sensiblement différent du paramètre de maille nominal du substrat de croissance 1, sans couche tampon intermédiaire.

On peut cependant trouver dans la couche contrainte relaxée 2' une ou plusieurs épaisseurs de matériau contraint élastiquement.

Ces épaisseurs de matériau étaient comprises dans la couche contrainte 2 avant la relaxation élastique de cette dernière, avec un paramètre  
5 de maille sensiblement différent du reste de la couche contrainte 2.

De telles épaisseurs de matériau étaient par exemple originellement relaxées, tel que décrit plus haut dans la description de la deuxième configuration de la couche contrainte 2.

Durant la relaxation globale de la couche contrainte 2, ces épaisseurs  
10 de matériau subissent alors des contraintes élastiques de la part du matériau environnant se relaxant, et deviennent ainsi contraintes.

Ces épaisseurs de matériaux doivent cependant avoir une épaisseur cumulée très inférieure à celle de la couche contrainte 2, afin que cette dernière conserve un état globalement relaxé ou pseudo-relaxé après l'étape de  
15 relaxation élastique.

En référence à la figure 1c, un substrat récepteur 5 est rapporté à la surface de la plaquette 10 du côté de la couche contrainte relaxée 2'.

Le substrat récepteur 5 constitue un support mécanique suffisamment rigide pour soutenir la couche utile à former, et la protéger d'éventuelles  
20 contraintes mécaniques venues de l'extérieur.

Ce substrat récepteur 5 peut être par exemple en silicium ou en quartz ou en d'autres types de matériaux.

On rapporte le substrat récepteur 5 en le mettant en contact intime avec la plaquette 10 et en opérant un collage, dans lequel on effectue  
25 avantageusement une adhésion moléculaire entre le substrat récepteur 5 et la plaquette 10.

Cette technique de collage, ainsi que des variantes, est notamment décrite dans le document intitulé « Semiconductor Wafer Bonding » (Science and technology, Interscience Technology) par Q. Y. Tong, U. Gösele et Wiley.

Le collage est accompagné, si nécessaire, d'un traitement approprié des surfaces respectives à coller au préalable et/ou un apport d'énergie thermique.

5 Ainsi, par exemple, un traitement thermique mis en œuvre pendant le collage permet de solidifier les liaisons de collage.

Le collage peut aussi être renforcé par une couche de collage intercalée entre la plaquette 10 et le substrat récepteur 5.

Cette couche de collage est appliquée sur au moins une des deux surfaces à coller.

10 L'oxyde de silicium (encore appelé silice ou  $\text{SiO}_2$ ) est un matériau que l'on peut choisir pour réaliser une telle couche de collage, sa réalisation pouvant être mise en œuvre par dépôt d'oxyde ou par oxydation thermique ou par toute autre technique.

15 Une opération de finition de surface avant et/ou après collage peut être mise en œuvre, comme par exemple une gravure, un polissage mécano-chimique CMP, un traitement thermique, ou toute autre technique de lissage.

Une fois le substrat récepteur 5 collé, on met en œuvre un enlèvement d'une partie de la plaquette 10 du côté opposé à la couche contrainte relaxée 2', la couche utile 6 étant la partie restante de la plaquette 10.

20 Plusieurs techniques d'enlèvement de matière connues peuvent être mises en œuvre :

Une première technique d'enlèvement de matière, appelée Smart-cut<sup>®</sup>, connue de l'homme du métier (et dont on pourra trouver des descriptions dans un certain nombre d'ouvrages traitant de techniques de réduction de  
25 plaquettes) comprend :

- une implantation, avant le collage avec le substrat récepteur 5, des espèces atomiques (tels que des ions d'hydrogène ou d'hélium) pour former une zone de fragilisation à une profondeur voisine de la profondeur d'implant ;

- puis un apport d'énergie, après collage, à la zone de fragilisation, tel qu'un traitement thermique et/ou mécanique, ou autre apport d'énergie, pour réaliser un détachement de la plaquette 10 en deux parties au niveau de la zone de fragilisation.

5 De façon avantageuse, on soumet la plaquette 10 à un traitement thermique pendant ou après implantation pour d'avantage fragiliser la zone de fragilisation.

Dans un premier mode de mise en œuvre de cet enlèvement de matière, la zone de fragilisation est formée entre le substrat support 1 et la  
10 couche contrainte relaxée 2', ou dans la couche contrainte relaxée 2'.

Dans un deuxième mode de mise en œuvre de cet enlèvement de matière, la zone de fragilisation est formée dans le substrat support 1.

La zone de fragilisation peut être formée pendant ou après la formation de la couche de perturbation 3.

15 Dans le cas particulier dudit deuxième mode de mise en œuvre d'enlèvement de matière et dans le cas d'une formation d'une couche de transition 4 par formation d'une zone de perturbation 3, on peut former la zone de fragilisation sensiblement au même emplacement que la zone de perturbation 3, en mettant en œuvre sensiblement les mêmes techniques telle  
20 qu'une implantation d'espèces atomiques à une énergie déterminée et à un dosage déterminé des espèces.

Dans ce dernier cas particulier, on pourrait mettre en œuvre la formation de la zone de fragilisation sensiblement simultanément à la formation de la zone de perturbation 3.

25 On pourrait en outre soumettre la plaquette 10 à un traitement thermique pendant ou après implantation qui aurait comme fonction double de d'avantage fragiliser la zone de fragilisation et de relaxer d'avantage la couche contrainte 2.

On forme ainsi une zone de fragilisation qui aurait comme fonction double de fragiliser le substrat support 1 à son niveau et de relaxer la couche contrainte 2.

Une deuxième technique d'enlèvement de matière comprend :

- 5       • une formation dans la plaquette 10 d'une interface fragile par formation d'au moins une couche poreuse par anodisation, par implantation d'espèces atomiques, ou par toute autre technique de porosification, tel que décrit par exemple dans le document EP 0 849 788 A2.
- 10       • un apport d'énergie à la couche fragile, tel qu'un traitement mécanique, ou autre apport d'énergie, pour réaliser un détachement de la plaquette 10 en deux parties au niveau de la couche fragile.

Dans un premier mode de mise en œuvre de cet enlèvement de matière, la couche fragile est formée entre le substrat support 1 et la couche  
15 contrainte relaxée 2', ou dans la couche contrainte relaxée 2'.

Dans un deuxième mode de mise en œuvre de cet enlèvement de matière, la couche fragile est formée dans le substrat support 1.

Pour former une couche fragile au sein du substrat support 1, on a  
avantageusement formé la couche poreuse sur une tranche d'un matériau  
20 monocristallin, puis on a réalisé une seconde croissance sur la couche poreuse d'une couche de matériau cristallin non-poreux ayant sensiblement le même paramètre de maille que celui de la tranche, le substrat support 1 est alors constitué de la tranche, de la couche poreuse et de la couche de Si non-poreux.

La première et la deuxième techniques d'enlèvement de matière, non  
25 limitatives, permettent de retirer rapidement et en bloc une partie importante de la plaquette 10.

Elles permettent également de pouvoir réutiliser la partie retirée de la plaquette 10 dans un autre procédé, comme par exemple un procédé selon l'invention.

Ainsi, une reformation d'une couche contrainte 2 et d'une éventuelle partie de substrat support 1 et/ou d'autres couches peut être mise en œuvre, de préférence après un polissage de la surface du substrat support 1.

5 Une troisième technique connue consiste à mettre en œuvre un enlèvement de matière chimique et/ou mécano-chimique.

On peut par exemple mettre en œuvre des gravures éventuellement sélectives des matériaux de la plaquette donneuse 10 à retirer, selon un procédé de type « etch-back ».

10 Cette technique consiste à graver la plaquette 10 « par derrière », c'est à dire à partir de la face libre du substrat support 1, pour conserver au final la partie de la plaquette 10 que l'on souhaite garder sur le substrat récepteur 5.

Des gravures par voie humide mettant en œuvre des solutions de gravure adaptées aux matériaux à enlever peuvent être mises en œuvre.

15 Des gravures par voie sèche peuvent également être mises en œuvre pour enlever de la matière, telles que des gravures par plasma ou par pulvérisation.

La ou les gravures peuvent en outre être seulement chimiques ou électrochimiques ou photoélectrochimiques.

20 La ou les gravures peuvent être précédées ou suivies par une attaque mécanique de la plaquette 10, tel un rodage, un polissage, une gravure mécanique ou une pulvérisation d'espèces atomiques.

La ou les gravures peuvent être accompagnées d'une attaque mécanique, tel qu'un polissage éventuellement combiné avec une action d'abrasifs mécaniques dans un procédé CMP.

25 La partie de la plaquette 10 que l'on souhaite retirer peut ainsi être entièrement enlevée par unique voie chimique ou par voie mécano-chimique.

Dans un premier mode de mise en œuvre de cet enlèvement de matière, la ou les gravures sont mises en œuvre de sorte à ne conserver de la plaquette 10 qu'au moins une partie de la couche contrainte relaxée 2'.

Dans un deuxième mode de mise en œuvre de cet enlèvement de matière, la ou les gravures sont mises en œuvre de sorte à conserver de la plaquette 10 une partie du substrat support 1 et la couche contrainte relaxée 2'.

5 Cette troisième technique permet notamment de conserver la bonne qualité de surface et l'homogénéité d'épaisseur de la couche contrainte 2 ayant pu être obtenues lors de sa croissance cristalline.

Ces trois techniques sont proposées à titre d'exemple dans le présent document, mais ne constituent en rien une limitation, l'invention s'étendant à tous types de techniques aptes à enlever de la matière d'une plaquette 10  
10 conformément au procédé selon l'invention.

Quelle que soit la technique d'enlèvement de matière choisie parmi ces trois techniques ou parmi d'autres techniques connues, une étape de finition de la surface de la couche active est avantageusement mise en œuvre, telle qu'une gravure chimique éventuellement sélective, un polissage CMP; un  
15 traitement thermique ou toute autre technique de lissage.

Dans le cas particulier où il reste une partie du substrat support 1 après la mise en œuvre d'une de ces techniques, et si on ne souhaite pas conserver cette couche résiduelle du substrat support 1, on pourra avantageusement mettre en œuvre une étape de finition comprenant une gravure sélective de la  
20 partie restante du substrat support 1 vis à vis de la couche contrainte relaxée 2'.

On peut obtenir alors dans ce dernier cas particulier une couche contrainte relaxée 2' homogène en épaisseur et/ou avec un bon état de surface, empêchant une apparition importante de défauts, telles que des zones écrouies, comme c'est quelquefois le cas d'une finition mécanique.

25 On peut aussi obtenir alors une partie de la couche contrainte relaxée 2' homogène en épaisseur et/ou avec un bon état de surface en mettant en œuvre une gravure sélective sur la couche contrainte relaxée 2', cette dernière comprenant une couche d'arrêt à la gravure mise en œuvre.

Ces deux dernières finitions mettant en œuvre des gravures sélectives sont particulièrement avantageuses dans les cas où on souhaite obtenir au final des couches contraintes relaxées 2' très fine.

5 Dans tous les cas, on obtient au final une structure 20 comprenant le substrat récepteur 5, une couche active 6 et éventuellement une couche de collage intercalée.

Dans un premier mode de mise en œuvre d'enlèvement de matière, on ne conserve qu'au moins une partie de la couche contrainte relaxée 2'.

10 La couche active 6 est alors constituée d'au moins la partie de la couche contrainte relaxée 2'.

Dans un deuxième mode de mise en œuvre d'enlèvement de matière, on ne conserve qu'une partie du substrat support 1 et la couche contrainte relaxée 2'.

15 La couche active 6 est alors constituée de la partie du substrat support 1 conservée et de la couche contrainte relaxée 2'.

Dans ce cas, la partie restante du substrat support 1 peut être à son tour contrainte au moins en partie par la couche contrainte relaxée 2' sous-jacente.

20 Dans un mode d'utilisation particulier de la structure 20, une ou plusieurs croissances cristallines peu(ven)t être mise(s) en œuvre sur la structure 20.

25 La structure finale achevée, on peut éventuellement mettre en œuvre une étape de finition, tels que des traitements de finition, comme par exemple un recuit pour solidifier d'avantage l'interface de collage de la couche utile 6 avec le substrat récepteur 5.

Dans un mode d'utilisation particulier de la structure 20, et quelle que soit la structure 20 obtenue, une ou plusieurs épitaxies peu(ven)t être mise(s) en œuvre sur la plaquette 10.



Dans la suite de ce document, on donne quelques exemples de matériaux pouvant constituer les structures concernées par la mise en œuvre d'un procédé selon l'invention.

On regardera en particulier des couches en matériaux de type Si et  
5 SiGe.

Comme expliqué auparavant, le SiGe à 30% de Ge a un paramètre de maille nominal autour de 1 % plus important que celui du Si.

Une couche contrainte 2 en SiGe ayant une concentration déterminée en Ge et formée sur un substrat support 1 en Si peut donc être concernée par  
10 la mise en œuvre d'un procédé selon l'invention.

Exemple 1 : En référence à la figure 1a, on traite le cas où la plaquette  
10 comprend :

- un substrat support 1 en Si ; et où
- 15 • une couche contrainte 2 en SiGe ayant une concentration en Ge déterminée, avec une épaisseur inférieure à une épaisseur critique de fin de contrainte (discutée plus haut).

La couche contrainte 2 en SiGe a une concentration typique en Ge supérieure à 15 %.

20 La couche contrainte 2 en SiGe a avantageusement une densité de défauts, telles que des dislocations, inférieure à environ  $10^7 \text{ cm}^{-2}$ .

Les épaisseurs typiques respectives d'une couche contrainte 2 à 15 % de Ge et d'une couche contrainte 2 à 30 % de Ge sont autour de 250 nm et autour de 100 nm, restant ainsi en deçà de leurs épaisseurs critiques de fin de  
25 contrainte élastique respectives.

En référence à la figure 1b, on forme une zone de perturbation 3 dans le substrat support 1 en Si par implantation d'espèces atomiques tel que H ou He.

Les gammes d'énergies d'implant de H ou de He utilisées se situent typiquement entre 12 et 25 keV.

Les doses de H ou de He implantés se situent typiquement entre  $10^{14}$  et  $10^{17}$  cm<sup>-2</sup>.

5      ➤ Ainsi, par exemple, pour une couche contrainte 2 à 15 % de Ge, on utilisera préférentiellement du H pour l'implant dosé autour de  $3 \cdot 10^{16}$  cm<sup>-2</sup> à une énergie autour de 25 keV.

➤ Ainsi, par exemple, pour une couche contrainte 2 à 30 % de Ge, on utilisera préférentiellement du He pour l'implant dosé autour de  $2,0 \cdot 10^{16}$  cm<sup>-2</sup> à une énergie autour de 18 keV.

10      Les profondeurs d'implant des espèces atomiques se situent typiquement entre environ 50 nm et 100 nm.

La formation de la zone de perturbation 3 est alors suivie avantageusement d'un traitement thermique adapté pour notamment déplacer des perturbations dans la couche de transition 4 et faire disparaître des dislocations dans la couche contrainte relaxée 2'.

15      Le traitement thermique est préférentiellement mis en œuvre sous atmosphère inerte.

Le traitement thermique peut cependant être mis en œuvre sous une autre atmosphère, telle que par exemple une atmosphère oxydante.

20      Ainsi, un traitement thermique particulier à mettre en œuvre pour ce type de plaquette 10 se fait à des températures comprises typiquement entre 600 °C et 1000°C pendant une durée typique allant de environ 5 minutes à environ 15 minutes.

25      Pour plus de précisions quant à de telles techniques expérimentales, on se référera aux études menées par B. Holländer et coll., notamment dans le document intitulé « Strain relaxation of pseudomorphic Si<sub>1-x</sub>Ge<sub>x</sub> / Si(100) heterostructures after hydrogen or helium ion implantation for virtual substrate fabrication » (dans Nuclear and Instruments and Methods in Physics Research B 175-177 (2001) 357 – 367).

Dans un autre cas de mise en œuvre de formation d'une zone de perturbation 3 selon la présente invention, on implante de l'hydrogène ou de l'hélium dosé à environ  $10^{17} \text{ cm}^{-2}$ .

5 Ce dosage particulier est conforme à la formation d'une zone de fragilisation d'un procédé de type Smart-cut® et permet à la fois de former une zone de perturbation 3 et une zone de fragilisation.

Cette zone de fragilisation aura ainsi une double fonction de provoquer des contraintes internes susceptibles de former des perturbations cristallines dans la couche de transition 4 sus-jacente, et d'être suffisamment fragile pour  
10 provoquer un détachement de la plaquette 10 en deux parties distinctes à la suite d'un apport d'énergie.

Dans un mode de mise en œuvre particulier, un traitement thermique ultérieur aura pour double fonction de relâcher les contraintes de la couche contrainte 2 et de fragiliser encore d'avantage la zone de fragilisation.

15 Quel que soit le mode de mise en œuvre particulier choisi pour former la couche de transition 4, la couche contrainte 2 en SiGe se relâche au moins partiellement pour former une couche contrainte relaxée 2' en SiGe.

En référence à la figure 1c, le substrat récepteur 5 rapporté sur la plaquette 10 peut être constitué d'un matériau quelconque, tel du silicium ou du  
20 quartz.

Une couche de collage en  $\text{SiO}_2$  est avantageusement intercalée entre la couche contrainte relaxée 2' et le substrat récepteur 5, ce qui permet notamment de réaliser au final (en référence à la figure 1d) une structure 20 de type SGOI ou Si/SGOI, l'isolant considéré dans cette structure 20 étant alors la  
25 couche de  $\text{SiO}_2$ .

En référence à la figure 1d, un enlèvement de matière selon une ou plusieurs techniques connues peut être mis en œuvre.

On peut en particulier mettre en œuvre une gravure sélective du Si avec des solutions de gravure présentant des sélectivités sensibles vis à vis du SiGe,  
30 telles que des solutions comprenant au moins l'un des composés suivants :



KOH,  $\text{NH}_4\text{OH}$  (hydroxyde d'ammonium), TMAH, EDP ou  $\text{HNO}_3$  ou des solutions actuellement à l'étude combinant des agents tels que  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HNO}_2\text{H}_2\text{O}_2$ , HF,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , et  $\text{H}_2\text{O}$ , comme expliqué dans le document WO 99/53539, page 9.

5 Dans un premier cas de figure, cette dernière gravure sélective permet d'enlever une partie restante du substrat support 1 à enlever vis à vis de la couche contrainte relaxée 2' à conserver sur la structure 20, la couche utile 6 étant alors constituée, après gravure, de la couche contrainte relaxée 2'.

Dans un deuxième cas de figure, une couche d'arrêt de gravure de Si  
10 est placée dans le substrat support 1, permettant de conserver d'une gravure chimique sélective de type « etch-back » une couche en Si sus-jacente à la couche d'arrêt, la couche active 6 comportant alors dans ce cas la couche contrainte relaxée 2' et la couche en Si sus-jacente à la couche d'arrêt.

La couche d'arrêt peut être par exemple en SiGe, et la gravure chimique  
15 sélective considérée met en œuvre une des solutions de gravure ci-dessus.

En référence à la figure 1d, on obtient une structure 20 comprenant le substrat récepteur 5 et une couche active 6.

La couche active 6 comprend au moins une partie de la couche  
20 contrainte relaxée 2' en SiGe et éventuellement une couche en Si, partie restante du substrat support 1, selon le mode d'enlèvement mis en œuvre.

Exemple 2 : En référence à la figure 2, on discute ici d'une plaquette 10 sensiblement identique à celle de l'exemple 1, mais comprenant en outre une couche de Si sensiblement relaxé sur la couche de SiGe contraint.

25 La couche contrainte 2 étant alors constituée de la couche de SiGe contraint 2A et de la couche de Si relaxé 2B.

Cette couche contrainte 2 a une épaisseur inférieure à l'épaisseur critique du SiGe considéré, au-delà de laquelle le SiGe se relaxe.

La couche contrainte 2A présente sensiblement les mêmes  
30 caractéristiques que la couche de SiGe contrainte 2 de l'exemple 1.

La couche de Si relaxé 2B a une épaisseur très inférieure à celle de l'épaisseur de l'ensemble de la couche contrainte 2, afin que la couche contrainte 2 garde une propriété structurale globalement contrainte.

La couche de Si relaxé 2B a une épaisseur d'environ quelques dizaines  
5 de nanomètres.

La mise en œuvre du procédé de prélèvement est alors sensiblement identique à celle de l'exemple 1 :

La création d'une couche de transition 4 et un traitement thermique avantageux additionnel, sensiblement identiques à ceux de l'exemple 1, ont  
10 pour effet de :

- relaxer élastiquement la couche contrainte 2A pour former une couche contrainte relaxée 2A' (non représentée) ; et de
- contraindre élastiquement la couche relaxée 2B pour former une couche relaxée contrainte 2B' (non représentée), cette dernière ayant  
15 alors un paramètre de maille voisin de celui du SiGe relaxé sous-jacent.

Après collage de la plaquette 10 sur un substrat récepteur 5 au niveau de la couche relaxée contrainte 2B', avec ou sans couche de collage intermédiaire, un enlèvement de matière selon une ou plusieurs des techniques connues précédemment décrites peut être mis en œuvre.

20 Dans un premier mode de mise en œuvre de l'enlèvement de matière, on souhaite conserver au moins une partie de la couche contrainte relaxée 2A', et la couche de Si contraint 2B', et l'enlèvement de matière est alors sensiblement identique à celui décrit à l'exemple 1.

On obtient au final une structure 20 (comme celle représentée sur la  
25 figure 1d) comprenant le substrat récepteur 5 et une couche active 6, la couche active 6 étant constituée de la couche de Si contraint 2B' et d'au moins une partie de la couche de SiGe relaxé 2A' (et éventuellement d'une couche en Si, partie restante du substrat support 1, selon le mode d'enlèvement mis en œuvre).

Dans un deuxième mode de mise en œuvre du procédé, on souhaite ne conserver qu'au moins une partie de la couche de Si contraint 2B', et l'enlèvement de matière est alors sensiblement identique à celui décrit à l'exemple 1 avec en outre une étape supplémentaire d'enlèvement de la couche de SiGe relaxé 2A'.

A cet effet, on peut en particulier mettre en œuvre une gravure sélective du SiGe avec des solutions de gravure sélective du SiGe vis à vis du Si telle qu'une solution comprenant du  $\text{HF}:\text{H}_2\text{O}_2:\text{CH}_3\text{COOH}$  (sélectivité d'environ 1 : 1000).

La couche de SiGe relaxé 2A' devient ainsi, dans ce deuxième mode de mise en œuvre du procédé, sacrificielle.

Un tel sacrifice de la couche de SiGe relaxé 2A' implique la disparition de défauts structuels, telles que des dislocations à contraintes d'écart paramétrique, qui peuvent y être confinés en surface et apparus, avant collage, au voisinage de l'interface avec la couche de transition 4 après propagation des perturbations dans la couche de transition 4.

La couche de SiGe relaxé 2A' préserve ainsi la couche de Si contraint 2B' des éventuels défauts structuels provenant du mode de relaxation particulier mis en œuvre dans le procédé selon l'invention.

Cette technique sacrificielle est donc particulièrement adaptée pour obtenir au final une couche de Si contraint 2B' avec peu de défauts structuels.

On obtient au final une structure 20 (comme celle représentée sur la figure 1d) comprenant le substrat récepteur 5 et une couche active 6, la couche active 6 étant constituée de la couche de Si contraint 2B'.

Exemple 3 : En référence à la figure 3, on discute ici d'une plaquette 10 sensiblement identique à celle de l'exemple 2, comprenant en outre une couche de SiGe sensiblement contraint sur la couche de Si relaxé.

La couche contrainte 2 étant alors constituée de la couche de SiGe contraint 2A, de la couche de Si relaxé 2B et de la couche de SiGe contraint 2C.

5 Cette couche contrainte 2 a une épaisseur inférieure à l'épaisseur critique du SiGe considéré, au-delà de laquelle le SiGe se relaxe.

La couche contrainte 2A présente sensiblement les mêmes caractéristiques que la couche de SiGe contrainte 2 de l'exemple 1.

10 On choisira avantageusement une épaisseur de couche 2A supérieure ou égale à l'épaisseur typique sur laquelle des défauts structuraux apparus au voisinage de l'interface avec la couche de transition 4 après propagation des perturbations dans la couche de transition 4, sont susceptibles d'y être confinés.

Une telle couche de SiGe contraint 2A préservera ainsi la couche de Si relaxé 2B et la couche de SiGe contraint 2C des éventuels défauts structuraux lors de la relaxation globale de la couche contrainte 2.

Cette technique sacrificielle est donc particulièrement adaptée pour obtenir au final une couche de Si 2B avec peu de défauts structuraux.

20 La couche de Si relaxé 2B a une épaisseur très inférieure à celle de l'épaisseur de l'ensemble de la couche contrainte 2, afin que la couche contrainte 2 garde une propriété structurale globalement contrainte.

La couche de Si relaxé 2B a une épaisseur d'environ quelques dizaines de nanomètres.

La couche de SiGe contraint 2C présente sensiblement les mêmes caractéristiques que la couche de SiGe contrainte 2A.

25 La couche de SiGe contraint 2C est cependant avantageusement plus épaisse que la couche de SiGe contrainte 2A.

La couche de SiGe contraint 2C représente, dans un cas de figure particulier, la majeure partie de l'épaisseur de la couche contrainte 2.

30 La mise en œuvre du procédé de prélèvement est alors sensiblement identique à celle de l'exemple 2 :

La création d'une couche de transition 4 et un traitement thermique avantageux additionnel, sensiblement identiques à ceux de l'exemple 1, ont pour effet de :

- 5 – relaxer élastiquement la couche contrainte 2A pour former une couche contrainte relaxée 2A' (non représentée) ; de
- contraindre élastiquement la couche relaxée 2B pour former une couche relaxée contrainte 2B' (non représentée), cette dernière ayant alors un paramètre de maille voisin de celui du SiGe relaxé sous-jacent ; et de
- 10 – relaxer élastiquement la couche contrainte 2C pour former une couche contrainte relaxée 2C' (non représentée).

Après collage de la plaquette 10 sur un substrat récepteur 5 au niveau de la couche contrainte relaxée 2C', avec ou sans couche de collage intermédiaire, un enlèvement de matière selon une ou plusieurs des techniques  
15 connues précédemment décrites peut être mis en œuvre.

Dans un premier mode de mise en œuvre de l'enlèvement de matière, on souhaite conserver au moins une partie de la couche contrainte relaxée 2A', la couche de Si contraint 2B' et la couche de SiGe relaxé 2C', et l'enlèvement de matière est alors sensiblement identique à celui décrit à l'exemple 1.

20 On obtient au final une structure 20 (comme celle représentée sur la figure 1d) comprenant le substrat récepteur 5 et une couche active 6, la couche active 6 étant constituée de la couche de SiGe relaxé 2C', de la couche de Si contraint 2B' et d'au moins une partie de la couche de SiGe relaxé 2A' (et éventuellement d'une couche en Si, partie restante du substrat support 1, selon  
25 le mode d'enlèvement mis en œuvre).

Dans un deuxième mode de mise en œuvre de l'enlèvement de matière, on souhaite ne conserver qu'au moins une partie de la couche de Si contraint 2B' et la couche de SiGe relaxé 2C', l'enlèvement de matière est alors



sensiblement identique au deuxième mode de mise en œuvre de l'enlèvement de matière de l'exemple 2.

On obtient au final une structure 20 (comme celle représentée sur la figure 1d) comprenant le substrat récepteur 5 et une couche active 6, la couche active 6 étant constituée d'au moins la partie de la couche de Si contraint 2B' et de la couche de SiGe relaxé 2C'.

Dans un troisième mode de mise en œuvre du procédé, on souhaite ne conserver qu'au moins une partie de la couche de SiGe relaxé 2C', et l'enlèvement de matière est alors sensiblement identique à celui décrit dans le précédent deuxième mode de mise en œuvre, avec en outre une étape supplémentaire d'enlèvement de la couche de Si contraint 2B'.

A cet effet, on peut en particulier mettre en œuvre une gravure sélective du Si contraint 2B' avec des solutions comprenant au moins l'un des composés suivants : KOH,  $\text{NH}_4\text{OH}$  (hydroxyde d'ammonium), TMAH, EDP ou  $\text{HNO}_3$  ou des solutions actuellement à l'étude combinant des agents tels que  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HNO}_2\text{H}_2\text{O}_2$ , HF,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , et  $\text{H}_2\text{O}$ .

La couche de SiGe relaxé 2C' étant une couche d'arrêt à la gravure, cette méthode permet d'obtenir au final une couche particulièrement homogène en épaisseur avec une faible rugosité de surface.

On peut ainsi en particulier avoir une couche très mince en épaisseur tout en gardant une bonne qualité de couche.

On obtient au final une structure 20 (comme celle représentée sur la figure 1d) comprenant le substrat récepteur 5 et une couche active 6, la couche active 6 étant constituée de la couche de SiGe relaxé 2C'.

Dans un mode d'utilisation particulier de la structure 20, et quelle que soit la structure 20 obtenue, une ou plusieurs épitaxies peu(ven)t être mise(s) en œuvre sur la plaquette 10, telle qu'une épitaxie d'une couche de SiGe ou d'une couche de Si contraint, ou d'autres épitaxies successives de couches de

SiGe ou de couches de Si contrainst en alternance pour former une structure multicouches.

Dans les couches de semiconducteur présentées dans ce document,  
5 d'autres constituants peuvent y être ajoutés, tel que du carbone avec une concentration de carbone dans la couche considérée sensiblement inférieure ou égale à 50 % ou plus particulièrement avec une concentration inférieure ou égale à 5 %.

La présente invention ne se limite pas à une couche contrainte 2 en  
10 SiGe et un substrat support 1 en Si, mais s'étend aussi à d'autres matériaux, tels des matériaux de famille atomique III-V ou II-VI (de type binaire, ternaire, quaternaire ou d'un degré supérieur) susceptibles d'être mis en œuvre par un procédé selon la présente invention.

Les structures obtenues au final après prélèvement ne se limitent pas  
15 non plus à des structures de type SGOI, SOI ou Si/SGOI.

## REVENDEICATIONS

1. Procédé de formation d'une couche utile (6) à partir d'une plaquette (10),  
5 la plaquette (10) comprenant un substrat support (1) et une couche contrainte  
(2) choisis respectivement parmi les matériaux cristallins pour une application  
en microélectronique, en optique ou en optoélectronique, caractérisé en ce qu'il  
comprend les étapes suivantes :

(c) formation dans le substrat support (1) d'une zone de perturbation (3) à  
10 une profondeur déterminée susceptible de former des perturbations  
structurelles ;

(d) apport d'énergie pour provoquer une relaxation au moins relative des  
contraintes élastiques dans la couche contrainte (2) ;

(e) enlèvement d'une partie de la plaquette (10) du côté opposé à la couche  
15 contrainte relaxée (2'), la couche utile (6) étant la partie restante de la  
plaquette (10).

2. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication  
précédente, caractérisé en ce que la relaxation au moins relative de la couche  
20 contrainte (2) lors de l'étape (b) se fait à travers une couche de transition (4)  
séparant la zone de perturbation (3) de la couche contrainte (2).

3. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des  
revendications précédentes, caractérisé en ce que la zone de perturbation (3)  
25 est formée par implantation d'espèces atomiques.

4. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication  
précédente, caractérisé en ce que les espèces atomiques implantées  
comprennent au moins en partie de l'hydrogène et/ou de l'hélium.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de formation d'une couche utile (6) à partir d'une plaquette (10),  
5 la plaquette (10) comprenant un substrat support (1) et une couche contrainte  
(2) choisis respectivement parmi les matériaux cristallins pour une application  
en microélectronique, en optique ou en optoélectronique, caractérisé en ce qu'il  
comprend les étapes suivantes :
- 10 (a) formation dans le substrat support (1) d'une zone de perturbation (3) à  
une profondeur déterminée susceptible de former des perturbations  
structurelles ;
- (b) apport d'énergie pour provoquer une relaxation au moins relative des  
contraintes élastiques dans la couche contrainte (2) ;
- 15 (c) enlèvement d'une partie de la plaquette (10) du côté opposé à la couche  
contrainte relaxée (2'), la couche utile (6) étant la partie restante de la  
plaquette (10).
2. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication  
précédente, caractérisé en ce que la relaxation au moins relative de la couche  
20 contrainte (2) lors de l'étape (b) se fait à travers une couche de transition (4)  
séparant la zone de perturbation (3) de la couche contrainte (2).
3. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des  
revendications précédentes, caractérisé en ce que la zone de perturbation (3)  
25 est formée par implantation d'espèces atomiques.
4. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication  
précédente, caractérisé en ce que les espèces atomiques implantées  
comprennent au moins en partie de l'hydrogène et/ou de l'hélium.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de formation d'une couche utile (6) à partir d'une plaquette (10),  
5 la plaquette (10) comprenant un substrat support (1) et une couche contrainte  
(2) choisis respectivement parmi les matériaux cristallins pour une application  
en microélectronique, en optique ou en optoélectronique, caractérisé en ce qu'il  
comprend les étapes suivantes :

- 10 (a) formation dans le substrat support (1) d'une zone de perturbation (3) à  
une profondeur déterminée susceptible de former des perturbations  
structurelles ;  
(b) apport d'énergie pour provoquer une relaxation au moins relative des  
contraintes élastiques dans la couche contrainte (2) ;  
15 (c) enlèvement d'une partie de la plaquette (10) du côté opposé à la couche  
contrainte relaxée (2'), la couche utile (6) étant la partie restante de la  
plaquette (10).

2. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication  
précédente, caractérisé en ce que la relaxation au moins relative de la couche  
20 contrainte (2) lors de l'étape (b) se fait à travers une couche de transition (4)  
séparant la zone de perturbation (3) de la couche contrainte (2).

3. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des  
revendications précédentes, caractérisé en ce que la zone de perturbation (3)  
25 est formée par implantation d'espèces atomiques.

4. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication  
précédente, caractérisé en ce que les espèces atomiques implantées  
comprennent au moins en partie de l'hydrogène et/ou de l'hélium.

5. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'énergie apportée lors de l'étape (b) comprend une énergie thermique de sorte à favoriser d'avantage la relaxation des contraintes dans la couche contrainte (2).

5

6. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre avant l'étape (c) une étape de collage d'un substrat récepteur (5) avec la plaquette (10) du côté de la couche contrainte (2).

10

7. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'étape de collage est précédée de l'application d'une couche de collage sur au moins une des deux faces à coller.

15

8. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la couche de collage est de la silice.

9. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des trois revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre la mise en œuvre d'une finition de l'état de surface d'au moins une des deux faces à coller.

20

10. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des quatre revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un traitement thermique pour solidifier les liaisons de collage.

25

11. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que :

- avant l'étape (c), il comprend la formation d'une zone de fragilisation (3) dans le substrat support (1) ;

30

5. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'énergie apportée lors de l'étape (b) comprend une énergie thermique de sorte à favoriser d'avantage la relaxation des contraintes dans la couche contrainte (2).

5

6. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre avant l'étape (c) une étape de collage d'un substrat récepteur (5) avec la plaquette (10) du côté de la couche contrainte (2).

10

7. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'étape de collage est précédée de l'application d'une couche de collage sur au moins une des deux faces à coller.

15 8. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la couche de collage est de la silice.

9. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des trois revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre la mise en œuvre d'une finition de l'état de surface d'au moins une des deux faces à coller.

20

10. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des quatre revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un traitement thermique pour solidifier les liaisons de collage.

25

11. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que :

- avant l'étape (c), il comprend la formation d'une zone de fragilisation (3) dans le substrat support (1) ;

30

5. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'énergie apportée lors de l'étape (b) comprend une énergie thermique de sorte à favoriser d'avantage la relaxation des contraintes dans la couche contrainte (2).

5

6. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre avant l'étape (c) une étape de collage d'un substrat récepteur (5) avec la plaquette (10) du côté de la couche contrainte (2).

10

7. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'étape de collage est précédée de l'application d'une couche de collage sur au moins une des deux faces à coller.

15

8. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la couche de collage est de la silice.

9. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des trois revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre la mise en œuvre d'une finition de l'état de surface d'au moins une des deux faces à coller.

20

10. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des quatre revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un traitement thermique pour solidifier les liaisons de collage.

25

11. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que :

- avant l'étape (c), il comprend la formation d'une zone de fragilisation (3) dans le substrat support (1) ;

30



– l'étape (c) comprend un apport d'énergie au niveau de la zone de fragilisation pour détacher la couche utile (6) de la plaquette donneuse (10).

5        **12.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la zone de fragilisation est formée par implantation d'espèces atomiques.

10        **13.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les espèces atomiques implantées comprennent au moins en partie de l'hydrogène et/ou de l'hélium.

15        **14.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que la zone de fragilisation et la zone de perturbation (3) sont sensiblement situées au même emplacement dans la plaquette (10).

20        **15.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la zone de fragilisation et la zone de perturbation (3) sont formées sensiblement au même moment et par les mêmes moyens de formation des zones.

25        **16.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication 11, caractérisé en ce que la zone de fragilisation est formée par porosification d'une couche dans la plaquette (10).

**17.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape (b) comprend une gravure chimique d'au moins une partie de la plaquette (10) à enlever.

– l'étape (c) comprend un apport d'énergie au niveau de la zone de fragilisation pour détacher la couche utile (6) de la plaquette donneuse (10).

5        **12.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la zone de fragilisation est formée par implantation d'espèces atomiques.

10       **13.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les espèces atomiques implantées comprennent au moins en partie de l'hydrogène et/ou de l'hélium.

15       **14.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que la zone de fragilisation et la zone de perturbation (3) sont sensiblement situées au même emplacement dans la plaquette (10).

20       **15.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la zone de fragilisation et la zone de perturbation (3) sont formées sensiblement au même moment et par les mêmes moyens de formation des zones.

25       **16.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication 11, caractérisé en ce que la zone de fragilisation est formée par porosification d'une couche dans la plaquette (10).

**17.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape (c) comprend une gravure chimique d'au moins une partie de la plaquette (10) à enlever.

– l'étape (c) comprend un apport d'énergie au niveau de la zone de fragilisation pour détacher la couche utile (6) de la plaquette donneuse (10).

5      **12.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la zone de fragilisation est formée par implantation d'espèces atomiques.

10      **13.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les espèces atomiques implantées comprennent au moins en partie de l'hydrogène et/ou de l'hélium.

15      **14.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que la zone de fragilisation et la zone de perturbation (3) sont sensiblement situées au même emplacement dans la plaquette (10).

20      **15.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la zone de fragilisation et la zone de perturbation (3) sont formées sensiblement au même moment et par les mêmes moyens de formation des zones.

25      **16.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication 11, caractérisé en ce que la zone de fragilisation est formée par porosification d'une couche dans la plaquette (10).

**17.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape (c) comprend une gravure chimique d'au moins une partie de la plaquette (10) à enlever.

18. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape (b) comprend la mise en œuvre d'une gravure chimique sélective d'une partie du substrat support (1) adjacente à la couche contrainte relaxée (2'), la couche contrainte relaxée (2')  
5 formant une couche d'arrêt à cette gravure.

19. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la couche contrainte relaxée (2') comprend une couche d'arrêt à une gravure chimique, et en ce que l'étape  
10 (c) comprend la mise en œuvre d'une gravure chimique sélective de la couche contrainte relaxée (2') pour enlever la partie sus-jacente à la couche d'arrêt.

20. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la couche utile (6) est  
15 constituée d'au moins une partie de la couche contrainte relaxée (2').

21. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications 1 à 17, caractérisé en ce que la couche utile (6) est constituée de la couche contrainte relaxée (2') et d'une partie du substrat support (1)  
20 restant après l'étape (c).

22. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la couche restante du substrat support (1) est contrainte par la couche contrainte relaxée (2).  
25

23. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend, après l'étape (b), une finition de la surface de la couche utile (6).

18. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape (c) comprend la mise en œuvre d'une gravure chimique sélective d'une partie du substrat support (1) adjacente à la couche contrainte relaxée (2'), la couche contrainte relaxée (2')  
5 formant une couche d'arrêt à cette gravure.

19. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la couche contrainte relaxée (2') comprend une couche d'arrêt à une gravure chimique, et en ce que l'étape  
10 (c) comprend la mise en œuvre d'une gravure chimique sélective de la couche contrainte relaxée (2') pour enlever la partie sus-jacente à la couche d'arrêt.

20. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la couche utile (6) est  
15 constituée d'au moins une partie de la couche contrainte relaxée (2').

21. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications 1 à 17, caractérisé en ce que la couche utile (6) est constituée de la couche contrainte relaxée (2') et d'une partie du substrat support (1)  
20 restant après l'étape (c).

22. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la couche restante du substrat support (1) est contrainte par la couche contrainte relaxée (2).  
25

23. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend, après l'étape (c), une finition de la surface de la couche utile (6).

18. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape (c) comprend la mise en œuvre d'une gravure chimique sélective d'une partie du substrat support (1) adjacente à la couche contrainte relaxée (2'), la couche contrainte relaxée (2')  
5 formant une couche d'arrêt à cette gravure.

19. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la couche contrainte relaxée (2') comprend une couche d'arrêt à une gravure chimique, et en ce que l'étape  
10 (c) comprend la mise en œuvre d'une gravure chimique sélective de la couche contrainte relaxée (2') pour enlever la partie sus-jacente à la couche d'arrêt.

20. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la couche utile (6) est  
15 constituée d'au moins une partie de la couche contrainte relaxée (2').

21. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications 1 à 17, caractérisé en ce que la couche utile (6) est constituée de la couche contrainte relaxée (2') et d'une partie du substrat support (1)  
20 restant après l'étape (c).

22. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la couche restante du substrat support (1) est contrainte par la couche contrainte relaxée (2).  
25

23. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend, après l'étape (c), une finition de la surface de la couche utile (6).

**24.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend, après l'étape (b), une formation d'au moins une couche sur la couche utile (6).

5       **25.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins une couche mince formée sur la couche utile (6) a son paramètre de maille contraint par la couche contrainte relaxée (2').

10       **26.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que :

- le substrat support (1) est en silicium ;
- la couche contrainte (2) est en silicium – germanium.

15       **27.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que :

- le substrat support (1) est en silicium ;
- la couche contrainte (2) est constituée successivement :
  - ✓ d'une épaisseur de silicium – germanium contraint (2A) ;
  - 20       ✓ d'une épaisseur de silicium relaxé (2B).

**28.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que :

- le substrat support (1) est en silicium ;
- 25       – la couche contrainte (2) est constituée successivement :
  - ✓ d'une épaisseur de silicium – germanium contraint (2A) ;
  - ✓ d'une épaisseur de silicium relaxé (2B) ;
  - ✓ d'une épaisseur de silicium – germanium contraint (2C).

24. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend, après l'étape (b), une formation d'au moins une couche sur la couche utile (6).
- 5      25. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins une couche mince formée sur la couche utile (6) a son paramètre de maille contraint par la couche contrainte relaxée (2').
- 10     26. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que :
- le substrat support (1) est en silicium ;
  - la couche contrainte (2) est en silicium – germanium.
- 15     27. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que :
- le substrat support (1) est en silicium ;
  - la couche contrainte (2) est constituée successivement :
    - ✓ d'une épaisseur de silicium – germanium contraint (2A) ;
    - 20    ✓ d'une épaisseur de silicium relaxé (2B).
- 25     28. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que :
- le substrat support (1) est en silicium ;
  - la couche contrainte (2) est constituée successivement :
    - ✓ d'une épaisseur de silicium – germanium contraint (2A) ;
    - ✓ d'une épaisseur de silicium relaxé (2B) ;
    - ✓ d'une épaisseur de silicium – germanium contraint (2C).



**24.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend, après l'étape (c), une formation d'au moins une couche sur la couche utile (6).

5        **25.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins une couche mince formée sur la couche utile (6) a son paramètre de maille contraint par la couche contrainte relaxée (2').

10       **26.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que :

- le substrat support (1) est en silicium ;
- la couche contrainte (2) est en silicium – germanium.

15       **27.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que :

- le substrat support (1) est en silicium ;
- la couche contrainte (2) est constituée successivement :
  - ✓ d'une épaisseur de silicium – germanium contraint (2A) ;
  - 20       ✓ d'une épaisseur de silicium relaxé (2B).

**28.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que :

- le substrat support (1) est en silicium ;
- 25       – la couche contrainte (2) est constituée successivement :
  - ✓ d'une épaisseur de silicium – germanium contraint (2A) ;
  - ✓ d'une épaisseur de silicium relaxé (2B) ;
  - ✓ d'une épaisseur de silicium – germanium contraint (2C).

24. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend, après l'étape (c), une formation d'au moins une couche sur la couche utile (6).

5 25. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins une couche mince formée sur la couche utile (6) a son paramètre de maille contraint par la couche contrainte relaxée (2').

10 26. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que :  
 - le substrat support (1) est en silicium ;  
 - la couche contrainte (2) est en silicium – germanium.

15 27. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que :  
 - le substrat support (1) est en silicium ;  
 - la couche contrainte (2) est constituée successivement :  
 ✓ d'une épaisseur de silicium – germanium contraint (2A) ;  
 20 ✓ d'une épaisseur de silicium relaxé (2B).

25 28. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que :  
 - le substrat support (1) est en silicium ;  
 - la couche contrainte (2) est constituée successivement :  
 ✓ d'une épaisseur de silicium – germanium contraint (2A) ;  
 ✓ d'une épaisseur de silicium relaxé (2B) ;  
 ✓ d'une épaisseur de silicium – germanium contraint (2C).

29. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape (c) comprend l'enlèvement de l'épaisseur de silicium – germanium contraint (2A) adjacente au substrat support (1) et relaxé lors de la mise en œuvre de l'étape (a).

5

30. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape (c) comprend l'enlèvement de l'épaisseur de silicium relaxé (2B) contraint lors de la mise en œuvre de l'étape (b).

10

31. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des cinq revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins une couche mince formée sur la couche utile (6) comprend au moins un des matériaux suivants :

15

- silicium – germanium relaxé ou pseudo-relaxé, avec une concentration en germanium sensiblement égale à celle de la couche contrainte (2) ;
- silicium contraint au moins en partie d'avoir un paramètre de maille voisin du paramètre de maille de la couche contrainte relaxée (2').

20

32. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le substrat récepteur (5) est en silicium ou en quartz.

25

33. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins une des couches mises en œuvre lors du procédé comprend en outre du carbone avec une concentration de carbone sensiblement inférieure ou égale à 50 %.

**29.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape (c) comprend l'enlèvement de l'épaisseur de silicium – germanium contraint (2A) adjacente au substrat support (1) et relaxé lors de la mise en œuvre de l'étape (a).

5

**30.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape (c) comprend l'enlèvement de l'épaisseur de silicium relaxé (2B) contraint lors de la mise en œuvre de l'étape (b).

10

**31.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des cinq revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins une couche mince formée sur la couche utile (6) comprend au moins un des matériaux suivants :

- silicium – germanium relaxé ou pseudo-relaxé, avec une concentration en germanium sensiblement égale à celle de la couche contrainte (2) ;
- silicium contraint au moins en partie d'avoir un paramètre de maille voisin du paramètre de maille de la couche contrainte relaxée (2').

15

**32.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le substrat récepteur (5) est en silicium ou en quartz.

20

**33.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins une des couches mises en œuvre lors du procédé comprend en outre du carbone avec une concentration de carbone sensiblement inférieure ou égale à 50 %.

25

29. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape (c) comprend l'enlèvement de l'épaisseur de silicium – germanium contraint (2A) adjacente au substrat support (1) et relaxé lors de la mise en œuvre de l'étape (a).

5

30. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape (c) comprend l'enlèvement de l'épaisseur de silicium relaxé (2B) contraint lors de la mise en œuvre de l'étape (b).

10

31. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des cinq revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins une couche mince formée sur la couche utile (6) comprend au moins un des matériaux suivants :

15

- silicium – germanium relaxé ou pseudo-relaxé, avec une concentration en germanium sensiblement égale à celle de la couche contrainte (2) ;

- silicium contraint au moins en partie d'avoir un paramètre de maille voisin du paramètre de maille de la couche contrainte relaxée (2').

20

32. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le substrat récepteur (5) est en silicium ou en quartz.

25

33. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins une des couches mises en œuvre lors du procédé comprend en outre du carbone avec une concentration de carbone sensiblement inférieure ou égale à 50 %.

34. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins une des couches mises en œuvre dans ce procédé comprend en outre du carbone avec une concentration de carbone sensiblement inférieure ou égale à 5 %.

5

35. Application d'un procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, à la réalisation d'une structure semiconducteur sur isolant, l'épaisseur de semiconducteur de la structure comprenant la couche utile formée.

10

36. Plaquette (10) destinée à être mise en œuvre dans un procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications 1 à 34, caractérisée en ce qu'elle comprend un substrat support (1) ayant un premier paramètre de maille et une couche globalement relaxée ou pseudo-relaxée (2') ayant un second paramètre de maille, et en ce qu'elle ne comprend pas de couche tampon.

15

37. Plaquette (10) selon la revendication précédente, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre une zone de perturbation (3) dans le substrat support (1).

20

38. Plaquette (10) selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre une zone de fragilisation.

25

39. Structure comprenant une plaquette (10) selon l'une des trois revendications précédentes et un substrat récepteur (5).

**34.** Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins une des couches mises en œuvre dans ce procédé comprend en outre du carbone avec une concentration de carbone sensiblement inférieure ou égale à 5 %.

5

**35.** Application d'un procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, à la réalisation d'une structure semiconducteur sur isolant, l'épaisseur de semiconducteur de la structure comprenant la couche utile formée.

10

**36.** Plaquette (10) destinée à être mise en œuvre dans un procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications 1 à 34, caractérisée en ce qu'elle comprend un substrat support (1) ayant un premier paramètre de maille et une couche globalement relaxée ou pseudo-relaxée (2')  
15 ayant un second paramètre de maille, et en ce qu'elle ne comprend pas de couche tampon.

**37.** Plaquette (10) selon la revendication précédente, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre une zone de perturbation (3) dans le substrat support  
20 (1).

**38.** Plaquette (10) selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre une zone de fragilisation.

**39.** Structure comprenant une plaquette (10) selon l'une des trois revendications précédentes et un substrat récepteur (5).

25

34. Procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins une des couches mises en œuvre dans ce procédé comprend en outre du carbone avec une concentration de carbone sensiblement inférieure ou égale à 5 %.

5

35. Application d'un procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications précédentes, à la réalisation d'une structure semiconducteur sur isolant, l'épaisseur de semiconducteur de la structure comprenant la couche utile formée.

10

36. Plaquette (10) destinée à être mise en œuvre dans un procédé de formation d'une couche utile (6) selon l'une des revendications 1 à 34, comprenant un substrat support (1) ayant un premier paramètre de maille et une couche globalement relaxée ou pseudo-relaxée (2') ayant un second paramètre de maille, ne comprenant pas de couche tampon, comprenant une zone de perturbation (3) dans le substrat support (1), caractérisée en ce qu'elle comprend en outre une zone de fragilisation.

15

37. Structure comprenant une plaquette (10) selon la revendication précédente et un substrat récepteur (5).

20



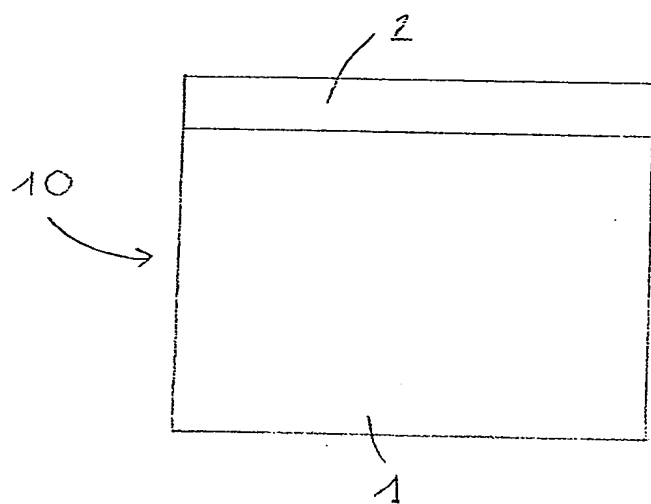


Figure 1a

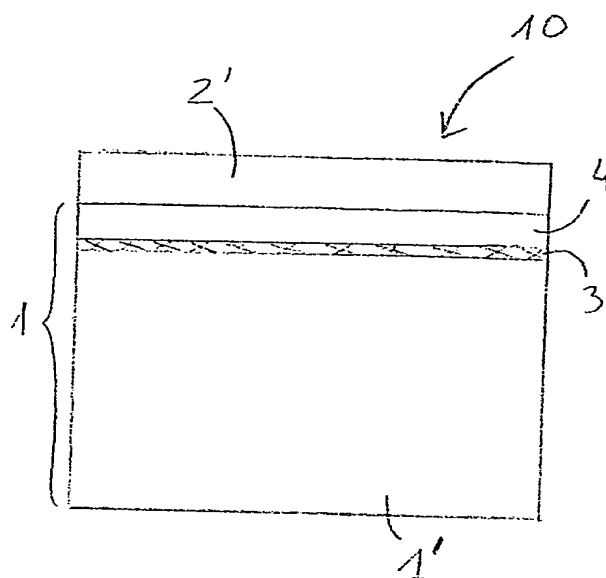


Figure 1b

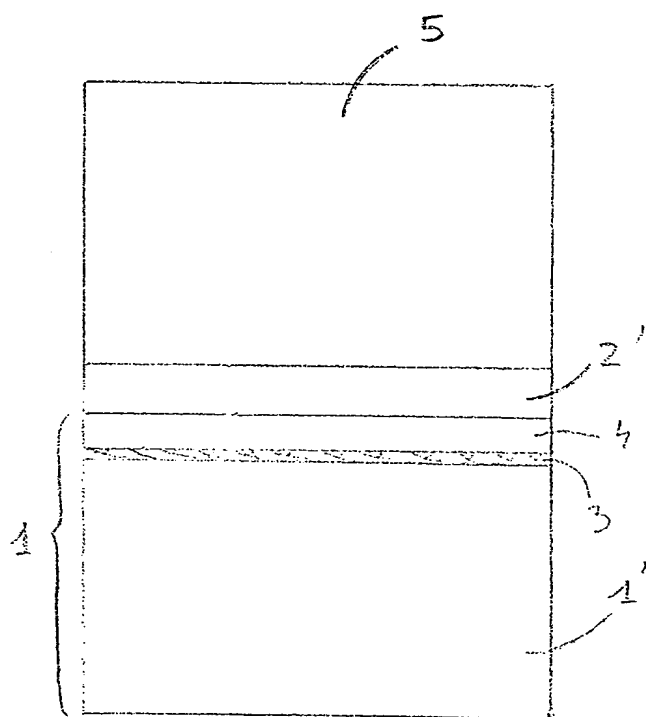


Figure 1c

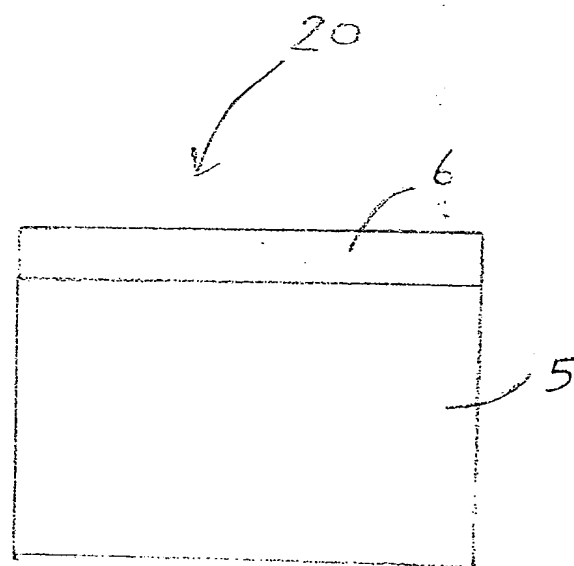


Figure 1d

1 / 2

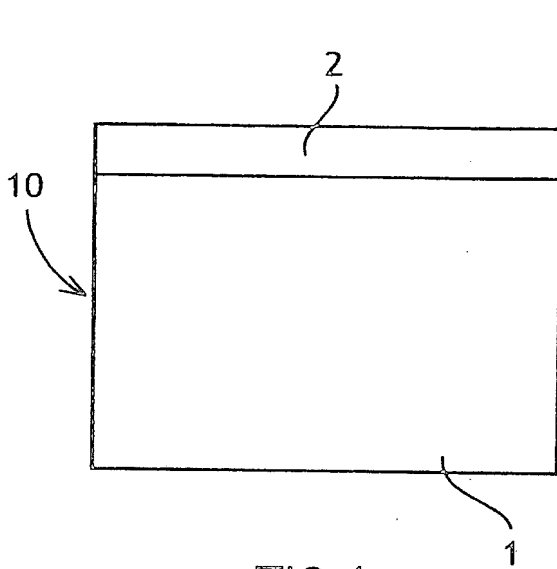


FIG. 1a

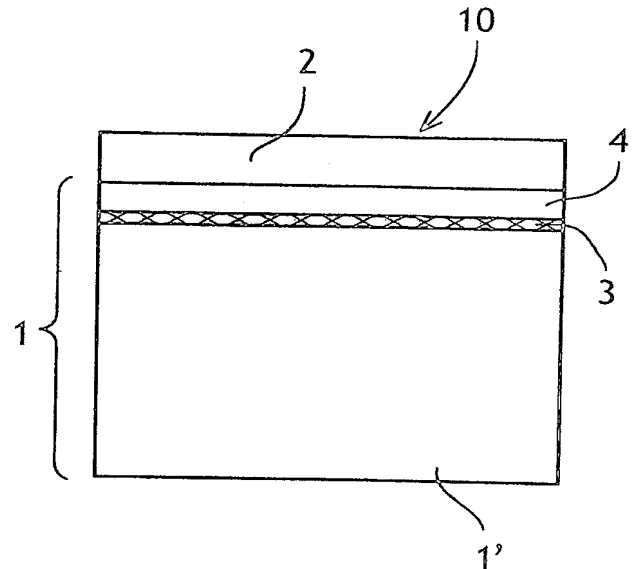


FIG. 1b

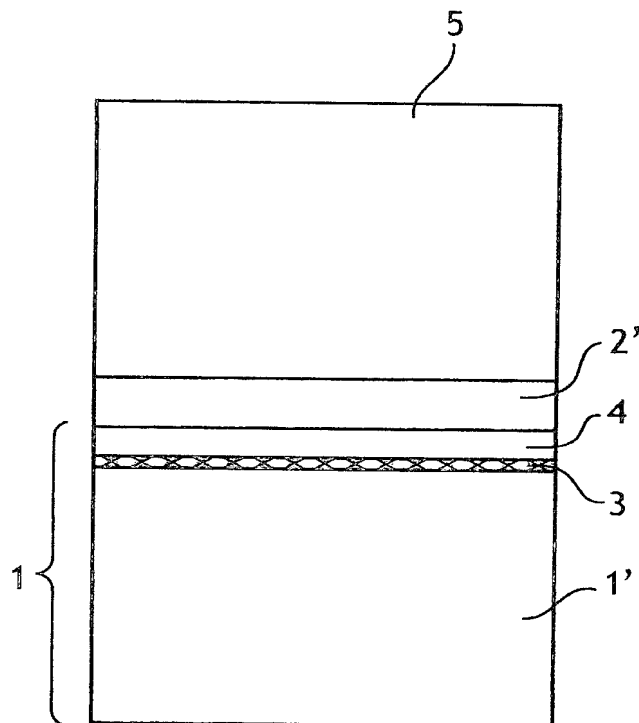


FIG. 1c

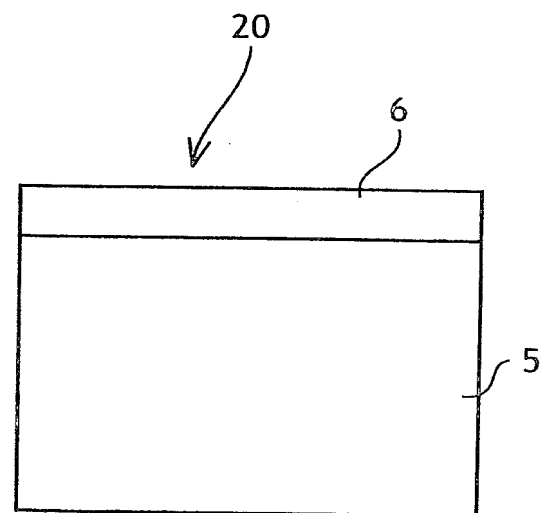


FIG. 1d

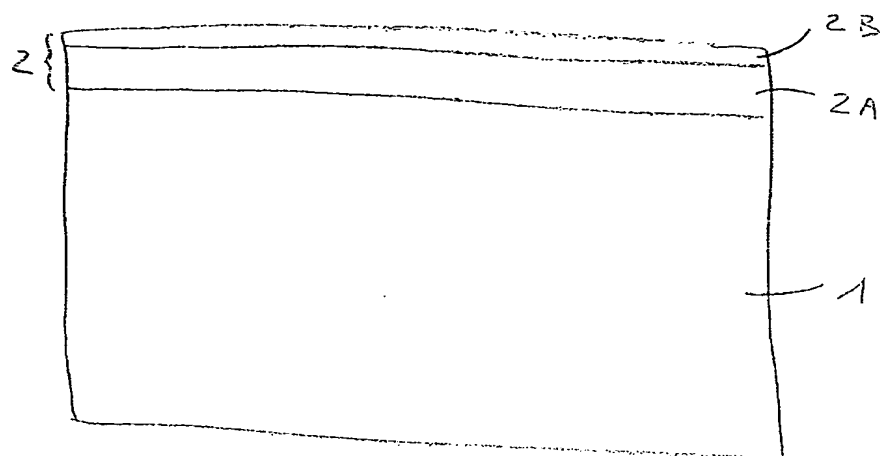


Figure 2

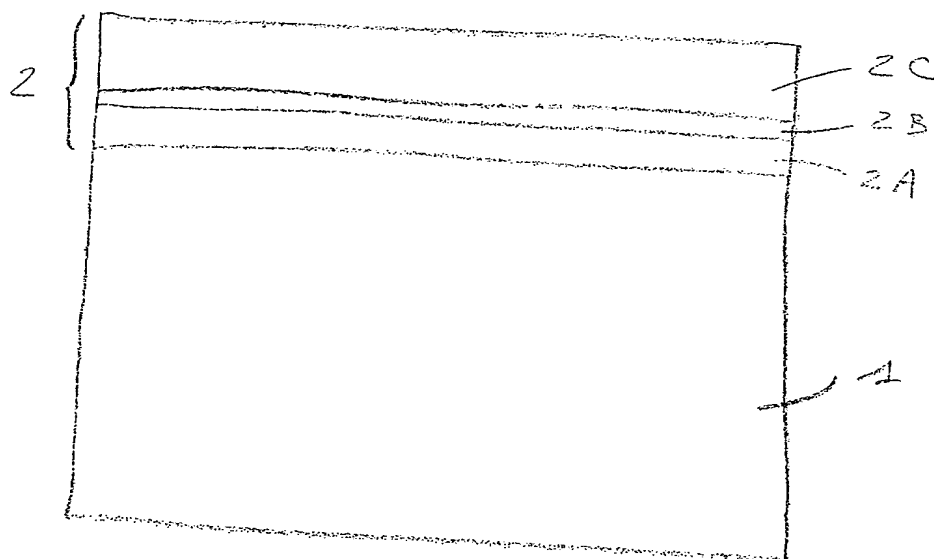


Figure 3

2 / 2

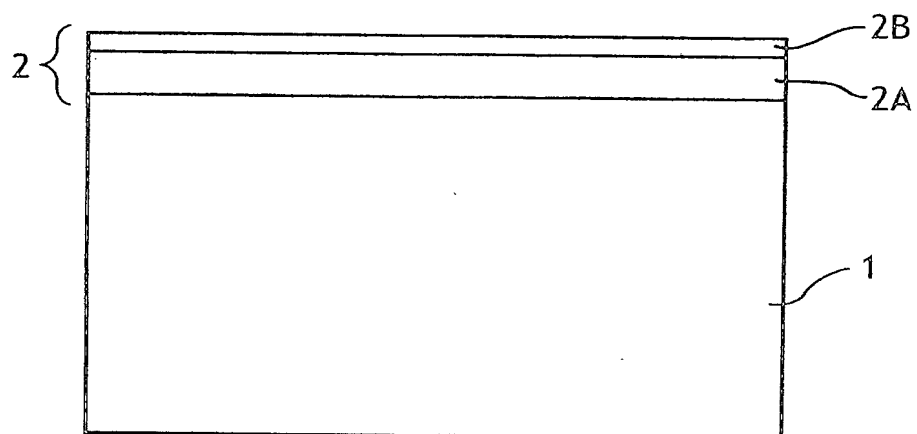


FIG.2

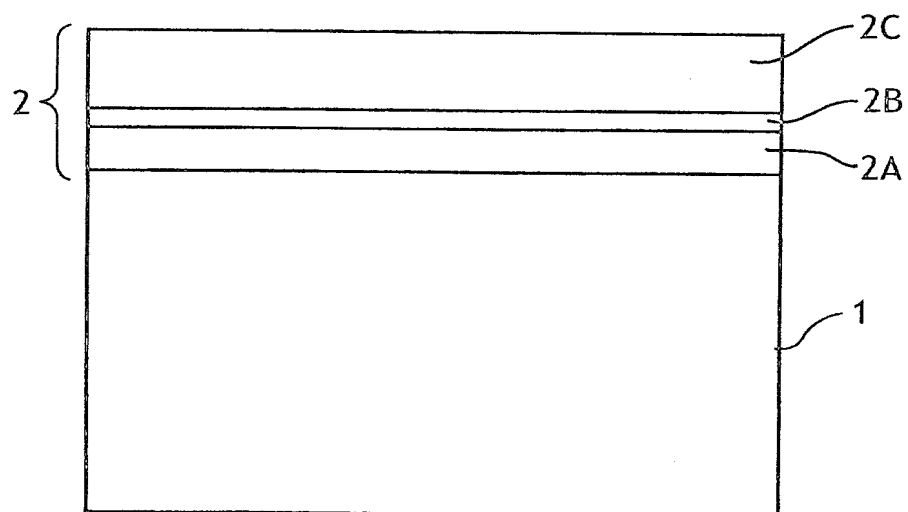


FIG.3

**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis. rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54


**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S)** Page N° 1 / 1

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 270601

<b>Vos références pour ce dossier (facultatif)</b>		
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		239996 OC
<b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum) 0211543		
FORMATION D'UNE COUCHE UTILE RELAXEE A PARTIR D'UNE PLAQUETTE SANS COUCHE TAMPON		
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b>		
S.O.I.TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES : Parc Technologique des Fontaines - Chemin des Franques, 38190 BERNIN - FRANCE		
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b>		
<b>1</b>	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	AKATSU Takeshi
	Code postal et ville	9, Place de l'Eglise
Société d'appartenance (facultatif)		38330 SAINT NAZAIRE LES EYMES FR
<b>2</b>	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	GHYSELEN Bruno
	Code postal et ville	58, rue Georges Maeder
Société d'appartenance (facultatif)		38170 SEYSSINET-PARISSET FR
<b>3</b>	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b> <b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b> <b>OU DU MANDATAIRE</b> <b>(Nom et qualité du signataire)</b>		
 92-1234		

**BLANK PAGE**